

## 3次元データ処理の最前線

--Current research on 3D data processing--

2008年2月4日(月) 15時50分～  
第3回テクノ・カフェ@埼玉大学学生会館

埼玉大学  
情報システム工学科 川崎洋

## 講演内容

- 背景
- 既存技術の紹介
- 当研究室における取組み
- まとめ

## 身の回りの3次元データ

- 3次元CAD・CAM



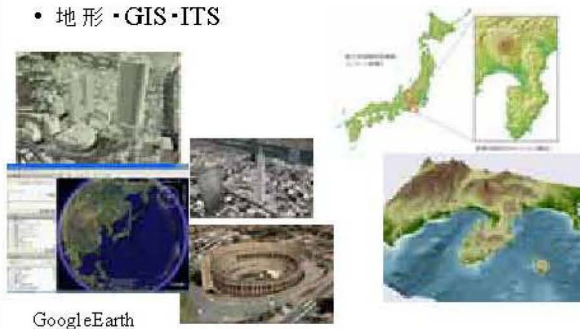
## 身の回りの3次元データ

- オーダーメイド



## 身の回りの3次元データ

- 地形・GIS・ITS



## 身の回りの3次元データ

- 映画・テレビ



## 身の回りの3次元データ

- ゲーム



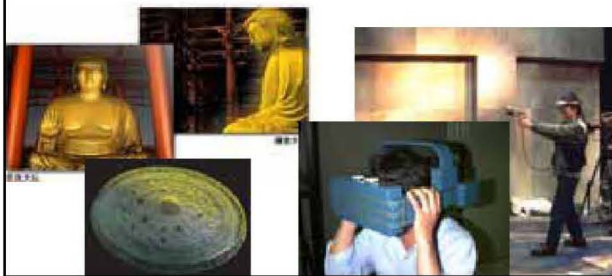
## 身の回りの3次元データ

- インターネット



## その他の3次元データの利用例

- バーチャルリアリティ(医療・工場)
- デジタルアーカイブ(文化財保存)



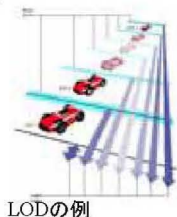
## 3次元データの急激な需要増

- 製造現場・地理システム・映画やテレビ・ゲーム・文化財保存などにおける3次元データの利用は拡大の一途

## モデリングの問題点

- 3次元データ
  - 2次元よりも1次元多い(裏がある世界)
  - 拡大縮小(細部の作りこみ)

3Dコンテンツ製作の現場  
→マンパワーが必要



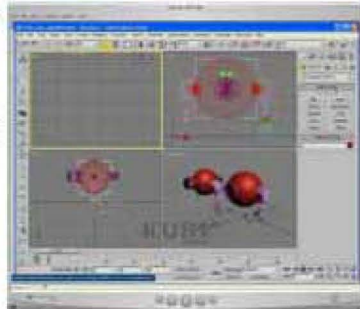
LODの例

## モデリングの効率化・自動化

- 3D CGモデラーによる**効率化**
  - 2次元におけるお絵かきソフトに相当

## 代表的な3DCGモデラー

- 3D StudioMax
- MAYA
- Blender 3D
- LIGHT WAVE
- Shade



## モデリングの効率化・自動化

- 3次元CGモデラーによる**効率化**  
 - 2次元におけるペイントソフトに相当



- 3次元計測(3Dスキャナ)による**自動化**  
 - デジタルカメラに相当

## 3次元画像計測の主な仕組み

- パッシブなシステム
  - ◎入力画像のみ
  - ◎不安定
  - ◎疎な3次元復元点
- アクティブなシステム
  - ◎安定かつ高精度
  - ◎密な3次元復元点
  - ◎高価かつ、かさばる

実用上の理由から  
こちらが製品化され  
ている



## 3次元スキャナの製品例

- Vivid(コニカミノルタ)
- Cynax
- Z+F
- Cyberware



## 既存3次元スキャナの問題点

- 高価(数百万～数千万)
- 重い・大きい(デスクトップPCサイズ～)
- 扱いが難しい(複雑な装置、設定)

## 求められる新しい3次元スキャナ

- 軽い(手軽に持ち運べる)
- 簡単(誰でも扱える)
- 安価(ビデオカメラくらい)

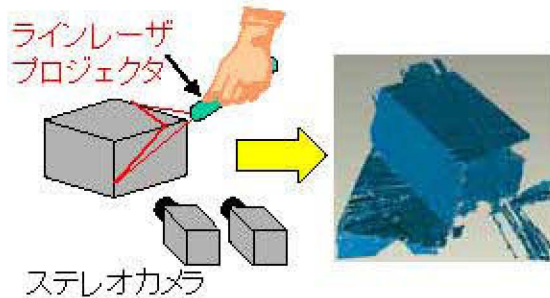
パッシブなシステムをアクティブシステム  
へ導入できないか？

機械装置のソフトウェアによる置換え

➡ ハンドヘルド型3次元スキャナ



## ハンドヘルド型3次元スキャナとは？



## ハンドヘルド型3次元スキャナ

- ◎機械制御が不要
- ◎携帯性に優れている
- ⊗システムや処理が複雑
- ⊗精度が低い

## ハンドヘルド型3次元スキャナ

- ◎機械制御が不要
- ◎携帯性に優れている
- ⊗システムや処理が複雑 ◎簡単なシステム
- ⊗精度が低い ◎アルゴリズムによる精度向上

## ハンドヘルド型3次元スキャナ

- ◎機械制御が不要
- ◎携帯性に優れている
- ⊗システムや処理が複雑 ◎簡単なシステム
- ⊗精度が低い ◎アルゴリズムによる精度向上

## ハンドヘルド型3次元スキャナ

- システムや処理が複雑
  - ⊗カメラが2台以上必要
  - ⊗レーザのキャリブレーションが必要



- 解決方法
  - ◎カメラを1台に
  - ◎画像ベースでのキャリブレーション

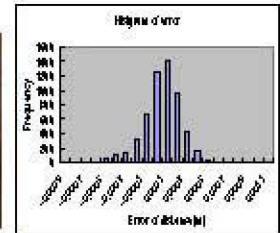
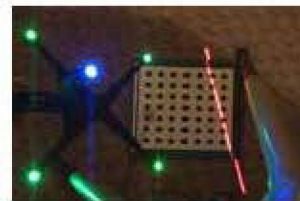
## 計測装置



## 実際の計測シーン



## 計測誤差

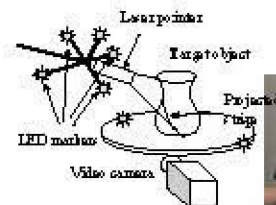


$\sigma = 0.17(\text{mm})$

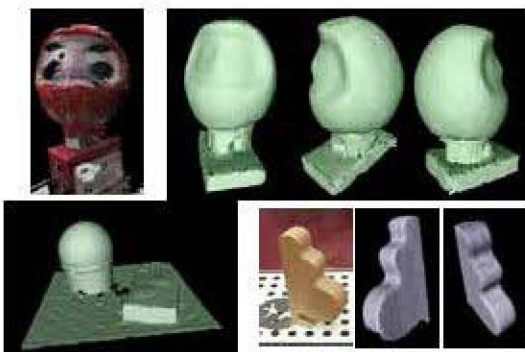
## 計測例



## 回転テーブルによる拡張例



## 全周計測例



## メディアでの紹介

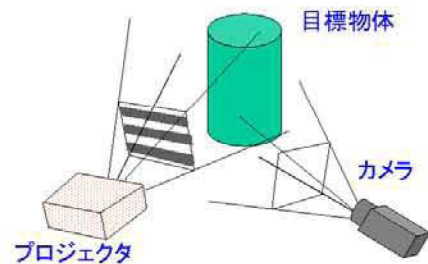


## より簡易なアクティブ3次元計測へ

- もっと短時間で
- もっと高精度に

## 実際の3次元スキャナ

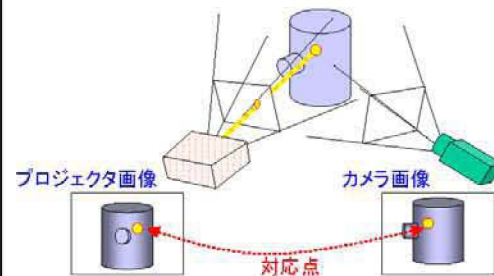
- レーザの代わりに市販のプロジェクタを使用



## 計測手順

1. 対応点を得る
2. 対応点の視差を使って、形状復元
3. 1～2を繰り返して広い範囲を計測＋精度向上

## プロジェクタによる対応点



## カメラ・プロジェクタの自己校正

- 投影パターン



- 獲得されたコード化画像



縦方向

横方向

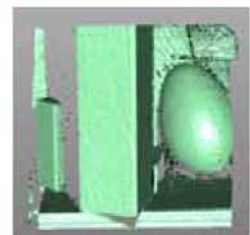
## カメラ・プロジェクタの自己校正

- 入力: 内部パラメータ  
2枚のインデックス画像
- 出力: 外部パラメータ  
3次元形状



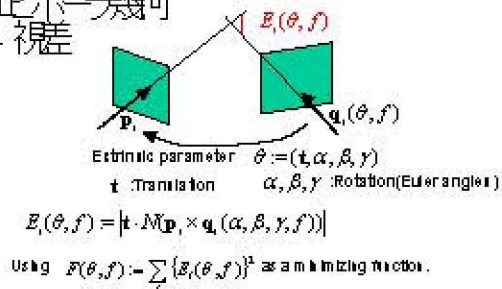
縦方向

横方向



## 復元方法ーステレオ

- エピポーラ幾何 - 視差



## 特徴

- カメラは1台
- プロジェクタを自由に動かせる
- 短時間で計測可能
- 高い精度を実現

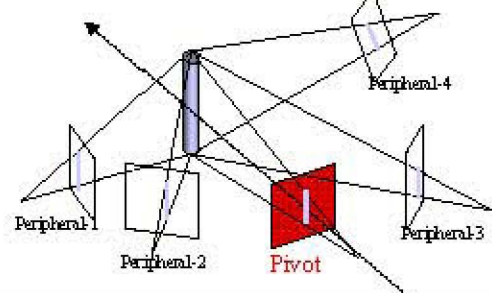


プロジェクタを自由に動かせる  
ことによる拡張

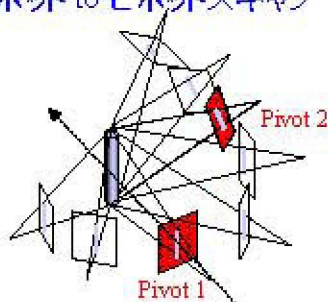
- ピボットスキャンによる広範囲計測
- 複数回スキャンによる精度向上
- 同時復元手法

## ピボットスキャン

1台をピボットにして他方を移動  
→ 広い範囲を計測可能

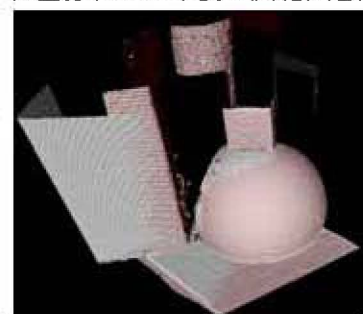


さらに広範囲に拡張可能  
ピボット to ピボットスキャン



## ピボットスキャンの結果

- 位置あわせが不要で広範囲を計測





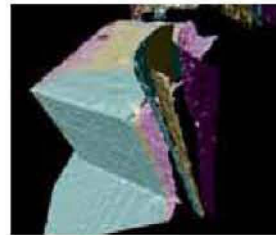
## プロジェクトを自由に動かせる ことによる拡張

- ピボットスキャンによる広範囲計測
- 複数回スキャンによる精度向上
- 同時復元手法

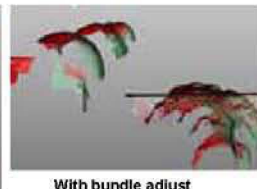
## 精度向上結果

without bundle adjustment

with bundle adjustment



## 精度向上結果2



Peripheral 4

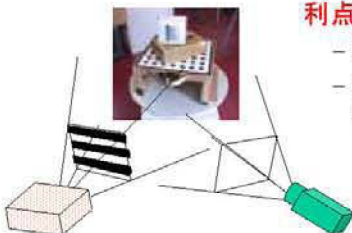
With bundle adjust

## プロジェクトを自由に動かせる ことによる拡張

- ピボットスキャンによる広範囲計測
- 複数回スキャンによる精度向上
- 同時復元手法

## 同時形状復元

- 複数回計測
- 同時形状復元



### 利点

- スケーリング一致
- 冗長データによる精度向上

## 同時復元結果1





### 同時復元結果2



### 結果(ムービー)



### Live Demo

### 3次元スキャンの今後

- リアルタイム化(3Dテレビ)
  - ディスプレイはある程度出来るようになった
  - 伝送量の問題
  - 取れないところをどうするか？(背景、黒)
- データのインタラクティブ利用
  - スキャンしただけのデータでは利用法は限定
- インターネットでの利用
  - 3次元コンテンツの有効利用

### 産学連携について

- 3次元復元ライブラリの提供(注1)
  - 既存のシステムに簡単に3次元計測モジュールを組み込むことが出来ます
- 3次元データ処理ライブラリの提供(注2)
  - 形状統合を高速に実現します
  - 穴を高速に埋めます
- 1枚の画像からの形状復元(注2)
  - 頑健なアルゴリズムにより簡易に復元します

(注1) 東京大学より特許出願

(注2) 埼玉大学より特許出願

### 単一画像からの形状復元

